



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift
(10) DE 42 17 159 A 1

(51) Int. Cl. 5:
B 01 D 39/14

B 01 D 37/00
B 01 D 29/66
D 04 H 13/00
// B09B 3/00, C12C
9/06, C12H 1/06, C02F
1/00

(21) Aktenzeichen: P 42 17 159.8
(22) Anmeldetag: 23. 5. 92
(23) Offenlegungstag: 25. 11. 93

DE 42 17 159 A 1

(71) Anmelder:

Seitz-Filter-Werke GmbH und Co, 55543 Bad Kreuznach, DE

(72) Erfinder:

Breitbach, Peter P., 6551 Bretzenheim, DE; Rüg, r., Helmut, 6551 Pfaffen-Schwabenheim, DE

(74) Vertreter:

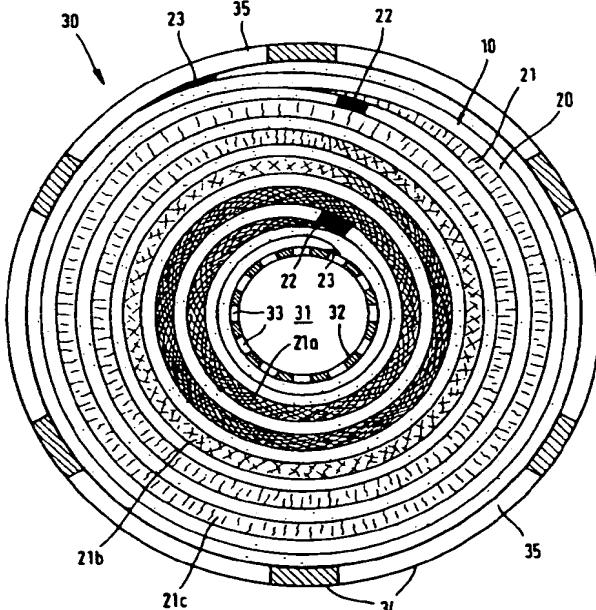
Fuchs, J., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. B.Com.; Luderschmidt, W., Dipl.-Chem. Dr.phil.nat., 65189 Wiesbaden;
Seids, H., Dipl.-Phys., 6200 Wiesbaden; Mehler, K.,
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Weiß, C., Dipl.-Ing.Univ.,
Pat.-Anwälte, 65189 Wiesbaden

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Rückspülbare Filterkerze mit Tiefenfiltereigenschaften und Verfahren zu deren Herstellung

(57) Bei bekannten spiralförmig gewickelten Modulen aus mehreren hinsichtlich ihrer Drainageeigenschaften unterschiedlichen Filtervlieslagen kann Unfiltrat bei Verblockung einzelner Lagen oder Schichten von Filtervliesen in der Drainageschicht entlang von tangentialem Strömungswegen bis hin zum Hohlkern gelangen, ohne die eigentliche Filtrationsschicht passieren zu müssen. Die Erfindung soll eine Filterkerze mit Tiefenfiltereigenschaften zur Verfügung stellen, die es trotz Verblockung einzelner filteraktiver Lagen im Betrieb gestattet, die Filtration weiterzuführen, ohne daß eine gänzliche Umgehung aller Filterlagen möglich ist. Des Weiteren soll ein Verfahren zur Herstellung solch einer Filterkerze angegeben werden.

Die Lösung dieses Problems gelingt durch eine Filterkerze mit Tiefenfiltereigenschaften, bei der zumindest eine der besser drainierenden Filtervlieslagen zumindest eine quer zur Wickelrichtung verlaufende Zone dichteren Materials (22) aufweist, die für tangential in der besser drainierenden Filtervlieslage (20) strömendes Fluid weniger leicht durchströmbar ist, als die in Filtrationsrichtung radial benachbarte Lage Filtervlies (21). In der verfahrensmäßigen Lösung wird die besser drainierende Filtervlieslage vor oder während des Umwickelns in geeigneter Weise zonenweise verdichtet. Entkeimungsfiltration, Getränkefiltration, pharmazeutische Filtration.



DE 42 17 159 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine rückspülbare Filterkerze mit Tiefenfiltereigenschaften, wie sie im Oberbegriff des Patentanspruches 1 beschrieben ist sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Kerze gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 15.

Aus der DE-OS 40 10 526 sind flexible Blätter oder Bahnen mit vliestartiger Struktur als Tiefenfiltermaterialien bekannt. Die dort beschriebenen Filtervliese sind leicht regenerierbar und lassen sich in unterschiedlichen Porengrößen und mit unterschiedlichen Adsorptionseigenschaften herstellen. Auch eine Kombination verschiedener Eigenschaften ist möglich. Aufgrund seiner Flexibilität kann das dort offenbarte Tiefenfiltermaterial u. a. auch plissiert werden.

In der DE-OS 39 11 826 wird beschrieben, Filterkerzen mit Filterelementen aus dem vorbeschriebenen Filtervliesmaterial zu bestücken, bevorzugt zu wickeln. Die offenbarten Wickelkerzen weisen in radialer Richtung sich gegenseitig umgebende Zonen mit unterschiedlichen Filtereigenschaften auf. Die Zonen können praktisch übergangslos aufeinanderfolgen, oder auch mit stufenförmig sich gegenseitig unterscheidenden Filtereigenschaften ausgebildet sein, also beispielsweise einen Eigenschaftsgradienten aufweisen.

Die in der DE-OS 39 11 826 gezeigten Filterkerzen mit entsprechenden Filterelementen sind bei sorgfältig ausgewählter Eigenschaftsabstufung zwar sehr wirkungsvolle Tiefenfilter, sie neigen jedoch immer noch zur Verblockung des Tiefenfiltermaterials bei längeren Standzeiten. Die einzelnen radialen Wickelschichten liegen üblicherweise "dicht an dicht" und es sind ggfs. am Kernrohr bzw. am Außenumfang des gesamten Wickelelements drainierende Wicklungslagen aus Kunststoffgewebe oder aus Vlies vorgesehen. Diese sind entweder mit dem Wickelfiltervlies direkt verschweißt oder als lose Wickellage im Filtermodul angeordnet.

Weil die Strömung im angesprochenen Modul immer radial bzw. transversal verläuft, setzen sich unter ungünstigen Umständen, trotz einer bevorzugten Abscheidung in der Tiefe des Filtermaterials, auch die oberen Bereiche einer Wicklung recht schnell mit Unfiltratpartikeln zu. Falls dies aus Gründen einer ungünstigen gewählten Eigenschaftsabstufung der Zonen bereits bei einer der Trubseite näheren Wicklung geschieht, wird die Filterkapazität sehr schnell erschöpft. Darüber hinaus ist auch die Rückspülbarkeit bzw. Regenerierbarkeit eines solchen "dicht an dicht" gewickelten Filterelements noch unbefriedigend, u. a. auch deswegen, weil das Filtrat nur transversal zum zentralen Strömungskanal der Filterkerze vordringen kann, da dem filterwirksamen Vlies in der Regel eine unzureichende drainierende Wirkung zukommt.

Es sind nun auch Wickelmodule bekannt, beispielsweise aus der DE-PS 37 40 349, die ein flächiges Filterband mit drainierendem Stütz- und Abstandhalter aufweisen, wobei die drei Lagen alle zusammen zu einem endlosen Band verschweißt sind. Bei einem aus dieser DE-PS bekannten Wickelmodul können das zu filtrierende Fluid und auch das gewonnene Filtrat aus den einzelnen Schichten sowohl transversal als auch tangential in Richtung der einzelnen Spiralwicklungen zum zentralen Strömungskanal vordringen. Allerdings jeweils nur innerhalb eines Endlosbandes. Die beim Umlegen eines Bandes erzeugten Knicke dienen quasi als "Stopper", so daß ein Bypass bzw. ein Umgehen aller filteraktiven Schichten bei Verblockung einer äußeren

Schicht unmöglich wird. Andererseits muß bei dieser Konstruktion, bei der die "Stopper" durch die Formgebung der Bänder beim Wickeln vermittelt werden, jede filteraktive Schicht in jedem Endlosband zumindest einmal vom zu filtrierenden Medium durchströmt werden, damit überhaupt ein Filtrationseffekt entsteht und ein Filtrat erhalten wird.

Bei dem in Rede stehenden Wickelmodul kann darüberhinaus durch die "Knickpunkte" der umgelegten Bänder der gesamte Filtrationserfolg in Frage gestellt sein. Die Umlegestellen der einzelnen Endlosbänder sind ebenso wie das gesamte Filterelement im Filtrationsbetrieb starken Beanspruchungen ausgesetzt. Da das Material an den Knickpunkten per se durch die fertigungstechnisch notwendige Umlenkung stark strapaziert ist, entstehen daher Schwachstellen, die bei Druckschwankungen, der Dampfsterilisation der Filterkerze oder bei ähnlichen Betriebsvorgängen leicht zu Defekten führen können.

Ein weiteres Problem bei dieser Art von Wickelmodulen beruht auf der Gegenwart von Hohlräumen, die im Endlosband notwendigerweise an den Stellen der Umlenkung des Bandes entstehen. Auch diese Hohlräume können zu einem vorzeitigen Unbrauchbarwerden des gesamten Moduls aufgrund eines der vorgenannten Betriebsvorgänge beitragen.

Schließlich handelt es sich beim Filtermaterial gemäß der DE-PS 37 40 349 auch nicht um Tiefenfiltermaterial, da die Filterlagen zum Aufbau eines Endlosbandes nur in einer entsprechend dünnen Ausführungsform von schätzungsweise < 0,5 mm wie dargestellt sinnvoll verarbeitet werden können.

Weiterhin nachteilig lassen sich bei dem aus Endlosbändern gewickelten Modul Drainagevlies, filterwirksames Vlies und Vorfilterdrainagevlies nur aufwendig und nicht immer ausreichend leckdicht verschweißen, so daß durch Beanspruchung insbesondere in den Knickbereichen die Gefahr eines Kurzschlusses zwischen Filtrat und Unfiltrat besteht. Außerdem ist die Herstellung und die Wicklung mehrerer separater Bänder zur Erzeugung einer Wickelkerze relativ aufwendig und durch die Ausrüstung mit doppeltem Drainagegewebe, welches im wesentlichen keine filterwirksame Schicht darstellt, geht ein beträchtlicher Prozentsatz an filteraktiver Tiefe verloren.

In der DE-OS 34 13 551 wird nun offenbart, daß bei einem Wickelmodul die Verluste von filteraktiver Tiefe dadurch gering gehalten werden, daß in einem Filter mindestens zwei in Spiralform gewickelte Lagen von abwechselnd grobem und feinem Filtermaterial angeordnet werden. Die dort offenbarte grobe Lage kann aus einem Vlies, bestehend aus schmelzgesponnenen und vermischt synthetischen Fasern mit einer Dicke von 0,2 bis 1,5 mm bestehen. Die feine Lage besteht aus einem gebundenen Vlies, welches gekräuselte Filamente enthält.

Bei dem Spiralfilterpaket gemäß der DE-OS 34 13 551 wird die zu behandelnde Flüssigkeit in jeder Spiralwicklung in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad der Wicklung in radiale und tangentiale Ströme geteilt. In der filtratseitig benachbarten Wicklung werden die beiden Ströme wieder zusammengeführt und aufs neue geteilt. Im reinen Filter ist der Widerstand gegenüber der radialen Strömung quer zu den Filterlagen wesentlich kleiner als der Widerstand gegenüber dem tangentialen Fluß. Der Widerstand des feinen Filtermaterials ist lediglich abhängig vom Verschmutzungsgrad nach einer gewissen Betriebszeit, während

der Widerstand vom groben Filtermaterial nicht wesentlich von der Verschmutzung des Filters beeinflußt wird.

Auf diese Weise überwiegt zwar in den reinen Windungen die radiale Strömung, in verschmutzten Windungen jedoch überwiegt eine tangentiale Strömung. Dadurch wird unvorteilhaft die Möglichkeit geschaffen, daß bei Verstopfung der Feinfilterschicht Material entlang der tangentialen Strömungswege bis zum Hohlkern gelangen kann, aber ohne überhaupt eine feine Filtrationsschicht passieren zu müssen. Somit wird zwar der mechanische Vorgang der Filtration nicht gestoppt, aber nur zu Ungunsten der Wirksamkeit der Filtration der feinen Filterschichten. Das Risiko einer vollständigen Umgehung aller Feinlagen von Filtermaterial ist demnach bei längeren Standzeiten des Filters sehr hoch und die Bildung eines Bypass sehr wahrscheinlich. Insbesondere bei Anwendungen in der Pharmazie oder Getränkeindustrie ist dies ein untragbarer Zustand.

Gegenüber dem geschilderten Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine Filterkerze mit Tiefenfiltereigenschaften zur Verfügung zu stellen, die es trotz Verblockung einzelner filteraktiver Lagen im Betrieb gestattet, die Filtration weiterzuführen, ohne daß eine gänzliche Umgehung aller Filterlagen möglich ist und die gleichzeitig eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Rückspülmöglichkeit und Regenerierfähigkeit mit einer einfacheren Herstellbarkeit verbindet. Des weiteren soll ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Filterkerze angegeben werden.

Gelöst werden diese und andere Aufgaben durch eine Filterkerze mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Filterkerze werden in den von Anspruch 1 abhängigen Ansprüchen unter Schutz gestellt. Patentanspruch 15 betrifft mit den Merkmalen seines Kennzeichens die verfahrensmäßige Lösung, während zweckmäßige Verfahrensmodifikationen Gegenstand der von Anspruch 15 abhängigen Ansprüche sind.

Die Filterkerze gemäß der Erfindung verfügt zur Erzielung einer hervorragenden Tiefenfilterwirkung in Verbindung mit einer hohen Regenerierfähigkeit mehrere Konzepte miteinander. Zum einen wird ein Filterelement aus mindestens zwei Filtervlieslagen aus flexiblen Materialien, die sich hinsichtlich der Drainagewirkung unterscheiden, spiralförmig aufgewickelt. Dadurch wird es prinzipiell möglich, die das Filterelement bevorzugt radial bzw. transversal durchlaufenden Unfiltrat- und Filtratströme auch tangential in einer besser drainierenden Lage Filtervlies zu führen.

Gleichzeitig werden aber auch geeignete Vorkehrungen getroffen, die es dem Unfiltrat unmöglich machen, alle Wicklungen aus dem Material, das eine schlechtere Drainagewirkung aufweist, zu umgehen und quasi als "Durchläufer" lediglich tangential in ein und derselben spiralförmig gewickelten Lage oder Schicht aus Vliesmaterial bis zum zentralen Strömungskanal vorzudringen. Die erfindungsgemäße Filterkerze zeichnet sich nämlich insbesondere dadurch aus, daß eine der besser drainierenden Filtervlieslagen zumindest eine quer zur Wickelrichtung verlaufende Zone dichteren bzw. verdichteten Materials aufweist, die für tangential in der besser drainierenden Filtervlieslage strömendes Fluid weniger leicht durchströmbar ist, als die in Filtrationsrichtung radial benachbarte Filtervlieslage.

Unter der Drainagewirkung einer Filtervlieslage wird im Rahmen der Erfindung die Eigenschaft verstanden, ein Fluid in der betreffenden Lage aus Filtervliesmateri-

al zu führen bzw. zu verteilen. Diese Eigenschaft hängt u. a. in wesentlichem Umfang von der Porengröße und der Porosität der verwendeten Vliesmaterialien ab. In der Regel bedeutet eine größere Porengröße des Materials ebenso wie eine höhere Porosität der Schicht eine Steigerung der Drainagewirkung für Fluide. Des Weiteren soll an dieser Stelle der Umstand erwähnt werden, daß die Unterscheidung von verschiedenen Lagen Filtervlies in Drainageschichten bzw. in filtrationsaktive Schichten oder auch Filterschichten keine absolute Geltung aufweist, sondern vielmehr immer eine relative Einteilung darstellt. Im Rahmen der Erfindung verwendete Vlieslagen haben in der Regel sowohl filtrierende als auch drainierende Eigenschaften, wobei jedoch im Vergleich zweier unterschiedlicher Lagen oder Schichten, in der Regel eine der beiden Schichten besser bzw. schlechter drainierend wirkt. Im erfundungsgemäßen Sinn ist also dann von einer Drainagelage zu sprechen, wenn sie im Vergleich zu gegebenenfalls weiterhin mitgewickelten Lagen im wesentlichen drainierend wirkt, also beispielsweise über eine deutlich größere Porengröße oder Porosität als die Filterlagen verfügt. Nichtsdestotrotz kann eine dermaßen ausgebildete Drainagelage auch wichtige Filtrationsaufgaben erfüllen, z. B. dann, wenn angepaßt an die zu lösende Filtrationsaufgabe der Unterschied in der Porosität oder Porengröße zu den anderen Lagen nicht groß ist oder weiterhin beispielsweise, wenn grobere Verunreinigungen aus dem Unfiltrat zurückzuhalten sind.

Sind am Aufbau einer erfundungsgemäßen Filterkerze mehr als zwei gemeinsam spiralförmig aufgewickelte Filtervlieslagen beteiligt, so muß die Drainagewirkung nicht unbedingt aller Lagen unterschiedlich sein. Zwei oder mehr Lagen können durchaus dieselbe Drainageeigenschaft für Fluide aufweisen, sofern jedoch gewährleistet ist, daß zumindest eine Lage Filtervlies über eine abweichende Drainagecharakteristik verfügt.

Im Rahmen der Erfindung ist es vorteilhaft, daß als Filtervlieslagen relativ dünne und flexible Materialbahnen verwendet werden. Beispiele hierfür nennt z. B. die DE-OS 40 10 526, auf die hiermit zu Offenbarungszwecken Bezug genommen wird. Die Materialbahnen weisen eine Länge, eine Breite und eine bestimmte Dicke auf. Zur Erzeugung eines spiralförmig gewickelten Filterelements wird üblicherweise eine Bahn oder auch mehrere Bahnen der Länge nach um einen Hohlkern gewickelt, woraus sich die Festlegung der Wickelrichtung parallel zur Länge der Materialbahn ergibt. Die Breite einer Materialbahn wiederum entspricht dann bei der fertig gewickelten Filterkerze im wesentlichen der Höhe der Filterkerze. Aufgrund des Fertigungsprozesses — die um den Kern gewickelten Filtervlieslagen werden zwischen Abschlußkappen leichtlich eingefäßt — ist die filterwirksame Breite der Vlieslagen etwas geringer als ihre tatsächliche Breite, die durch das Einfäßen — etwa in einem Heißverschmelzvorgang, einem Klebe- oder auch einem vergleichbaren Prozeß — geringfügig reduziert wird.

Erfundungsgemäß verläuft zumindest eine Zone dichteren Materials quer zur Wickelrichtung. Unter dichten Material wird verstanden, daß das Material aus dem die Filtervlieslage besteht in dieser Zone dichter ist als das übrige Material derselben Filtervlieslage. Es kann sich insbesondere um dichtes Material als auch um verdichtetes Material handeln, je nach Vorgeschichte der Filtervlieslage. Unter "quer" ist im Sinne der Erfindung die Anordnung zumindest einer Zone eines verdichteten oder dichteren Materials zu verstehen, bei der

ein Verlauf der Zone lediglich parallel zur Wickelrichtung bzw. zur Länge der Filterbahn ausgeschlossen ist. Vielmehr ist unter "quer zur Wickelrichtung" ein Verlauf zu verstehen, bei dem sich die Zone dichteren Materials über die wesentliche Breite der besser drainierenden Lage Vlies erstreckt. Dies impliziert, daß sich die Materialverdichtungszone zumindest einmal — bezogen auf die Materialbahn — von der einen Längskante zur anderen Längskante der Lage Filtervlies erstreckt oder — bezogen auf das fertige spiraling gewickelte Filterelement in der Filterkerze — in der betreffenden Lage Filtervlies über die wesentliche Höhe der Filterkerze.

In der dichten Zone bzw. der Verdichtungszone selbst weist das Filtervliesmaterial eine zum Rest derselben Lage Filtervlies veränderte Drainagecharakteristik auf. Insbesondere ist das Filtervliesmaterial in dieser Zone entweder aufgrund der Verdichtung oder aufgrund einer dichteren oder kompakteren Struktur vom Fluid nur sehr schwer durchströmbar. Auf jeden Fall jedoch ist erfahrungsgemäß sichergestellt, daß dem Fluid, welches tangential in der Filtervlieslage strömt, die prinzipiell eine besser drainierende Filtervlieslage des gesamten Ensembles von am Aufbau des Filterelements beteiligten Filtervlieslagen repräsentiert, ein entsprechend hoher Strömungswiderstand entgegengesetzt wird, so daß wesentliche Anteile des tangential strömenden Fluids beim Auftreffen auf eine Zone verdichteten oder dichten Materials gezwungen werden, die an sich besser drainierende Lage zu verlassen. Aufgrund der radialen Anströmung des gesamten Filterelements und der sich dadurch einstellenden Strömungsverhältnisse dringt das Fluid dann in eine in Filtrationsrichtung radial benachbarte Lage ein. Damit aber wird vorteilhafterweise vermieden, daß bei teilweiser oder vollständiger Verblokung einzelner Filtervlieslagen Unfiltrat lediglich in einer besser drainierenden Lage bypassartig bis zum Hohlkern vordringen kann, ohne die relativ filtrationsaktiveren Filtervlieslagen zu passieren.

In einer bevorzugten erfahrungsgemäßen Ausführungsform ist die Materialverdichtungszone bzw. die Zone dichteren Materials in tangentialer Strömungsrichtung von Fluid im wesentlichen nicht durchströmbar. Der Strömungswiderstand durch die Zone dichten Materials ist dann so groß, daß mit Sicherheit gewährleistet ist, daß alles Fluid gezwungen ist, die Zone höherer Materialdichte zu umgehen, also in eine andere in Filtrationsrichtung benachbarte Lage Filtervlies überzuwechseln.

Dabei ist es ganz besonders bevorzugt, daß sich die Materialverdichtungszone über die gesamte Dicke der besser drainierenden Lage Filtervlies erstreckt. Es genügt zwar im allgemeinen, wenn die Zone dichten Materials nicht die ganze Dicke der besser drainierenden Lage Filtervlies ausmacht. In diesem Fall besteht dann allerdings die Möglichkeit, daß geringe Fluidanteile die Barriere bzw. das Hindernis in Form der Zone dichten Materials in derselben Lage tangential umgehen. Dies kann je nach Anwendung durchaus auch ein erwünschter Nebeneffekt sein. Doch wo für das Unfiltrat absolute Durchschlagsicherheit gefordert ist, etwa bei der Filtration von empfindlichen Biomaterialien, pharmazeutischen Lösungen oder in der Lebensmittelfiltration, ist die Ausbildung einer sicheren Barriere als "Stopper", also als in ein und derselben Schicht für Fluid tangential unumgängliches Hindernis, über die gesamte Dicke der betreffenden Lage, erforderlich und bevorzugt.

Ahnliches gilt für die Ausbildung der Materialver-

dichtungszone bezüglich der Breite der Filtervlieslage. Will man absolute Filtrationssicherheit, d. h. ein Durchschlagen des Unfiltrats zur Filtratseite mit höchstmöglicher Wahrscheinlichkeit vermeiden, so ist es besonders zweckmäßig, daß die Materialverdichtungszone auch über die gesamte Breite der Filterbahn in der betreffenden Lage ausgebildet ist. Dann wird beim späteren Konfektionieren der gewickelten Kerze und beim Abdichten die Gefahr verringert, daß in den von Abschlußkappen der Filterkerze eingefärbten Endbereichen des Filterelements unbeabsichtigte Umgehungsstellen entstehen können. Ebenso ist die Breite der Verdichtungszone so zu wählen, daß sie mindestens der Dicke des schlechter drainierenden Vlieses entspricht, so daß es nicht zu einem unzulässigen "Bypass" durch die oberen Teile des schlechter drainierenden Vlieses kommen kann.

Wie bereits ausgeführt verläuft mindestens eine Zone dichten Materials in der besser drainierenden Lage Filtervlies quer zur Wickelrichtung. Zweckmäßig jedoch ist der Verlauf der Zone dichten Materials im wesentlichen senkrecht zur Wickelrichtung. Diese Anordnung ist besonders einfach im Fertigungsprozeß zu verwirklichen und die senkrechte Anordnung ist insbesondere dann recht günstig, wenn in den an das besser drainierende Vlies angrenzenden Filtervlieslagen Vlies zum Einsatz kommen, die abschnittsweise unterschiedliche Filtereigenschaften aufweisen. Eine der Ausgestaltung der Übergänge zwischen den Abschnitten entsprechende Anbringung der mindestens einen Zone dichten Materials senkrecht zur Wickelrichtung kann ebenfalls von Vorteil sein, da es auf diese Weise ermöglicht wird, beispielsweise bei Vorliegen von diskontinuierlichen Eigenschaftsabstufungen in der benachbarten filteraktiveren Vlieslage, daß das Unfiltrat gezwungen wird, jeden Abschnitt mit unterschiedlicher Eigenschaft mindestens einmal in Filtrationsrichtung radial zu passieren. Eine "Umgehung einer Eigenschaftsabstufung" im Drainagevlies wird somit ausgeschlossen, obwohl einzelne Wickellagen eines Filtervliesabschnittes mit gleichen Eigenschaften bei auftretender Verblockung durchaus tangential umgangen werden können.

Obwohl im allgemeinen die Filtervlieslagen aus flexiblen Materialbahnen nur wenige Millimeter stark sind, kann es bevorzugt sein, daß bei Vorliegen von zwei oder mehreren Zonen dichten oder verdichteten Materials, diese beim spiraling Wickeln des Filterelements in radialer Ausrichtung nicht übereinander zu liegen kommen, sondern daß sie im aufgewickelten Filterelement radial versetzt sind, beispielsweise einander gegenüber liegen. Dadurch kann es gerade bei Filtervlieslagen aus gegebenenfalls stärkerem bzw. dickerem Material gelingen, Unregelmäßigkeiten im Strömungsverhalten des spiraling gewickelten Filterelements auf ein Mindestmaß zu reduzieren und die Bildung von Totstellen, an denen die Strömung sehr schwach ist, zu vermeiden.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfahrungsgemäßen rückspülbaren Filterkerze verläuft die Materialverdichtungszone bzw. die Zone dichten Materials in Wickelrichtung entlang der besser drainierenden Filtervlieslagen in Form einer Kurve, die über die Breite der besser drainierenden Filtervlieslage schwingt. Durch diese zweckmäßige Ausbildung der Zone dichten Materials gelingt es vorteilhaft u. a. eine prinzipiell kontinuierlich verlaufende Materialverdichtungszone zu erzeugen, die je nach Periode der Schwingungskurve dazu im Stande ist, im fertig gewickelten Spiralfilterelement jede Wickellage des besser drainierenden Vlieses zu-

mindest teilweise zu erfassen, so daß vorteilhaft jede der spiraling gewickelten Drainagevlieslagen an der Aufteilung und Wiedervereinigung des Fluidstromes in einzelne tangentiale und radiale bzw. transversale Ströme beteiligt ist. Gleichzeitig wird durch diese spezielle Ausführung der "kontinuierlichen Materialverdichtungszone" eine gegebenenfalls durch den Herstellungsprozeß resultierende Verdickung des an sich sehr dünnen Filtervliesmaterials im fertig gewickelten Element auf alle Orientierungen des Radius gleichmäßig verteilt, wodurch die Bildung von Cavitäten oder nicht oder nur schlecht durchströmten Stellen praktisch ausgeschlossen wird.

Damit auch bei der "kontinuierlichen Materialverdichtungszone" in Form einer Schwingungskurve jeweils die gesamte Breite der Lage Filtervlies gegen ein Umgehen gesichert ist, ist es bevorzugt, daß die Wendepunkte der Schwingungskurve jeweils an den Längskanten der Lage Filtervlies angeordnet sind. Dies bedeutet, daß die Nullpunktslage der Schwingung etwa in der Hälfte der Breite der Lage Filtervlies angeordnet ist und daß die Amplitude der Schwingung im wesentlichen der Hälfte der Breite der Lage Filtervlies entspricht.

In bevorzugter Ausgestaltung weist die Schwingung eine Periode auf, deren Länge zwischen ein und drei Wicklungen der Filtervlieslage um den zentralen Hohlkern der Filterkerze entspricht. Dadurch wird eine genügende Aufteilung des Fluids in tangentiale und radiale Ströme ermöglicht. Besonders bevorzugt sind zwei Wicklungen.

Die Zone dichteren Materials kann prinzipiell gemäß jeder dem Fachmann geläufigen Methode erhalten werden, die dazu geeignet ist, das vliestartige Material mit Zonen von dichterem Material zu versehen, deren Breite jeweils mindestens der Dicke des schlechter drainierenden Vlieses entspricht. So kann man beispielsweise beim Herstellungsprozeß dem Drainagevlies aufgrund von örtlich höheren Faserstoffgehalten eine geringe Porengröße bzw. geringere Porosität verleihen. Im Gegensatz zu dem Verfahren während der Herstellung des Vlieses, das üblicherweise nach einem Vakuumverfüllungsverfahren produziert wird, ist es auch möglich, eine fertiggestellte Filtervlieslage nachträglich zu verdichten. Für diesen Fall ist es dann bevorzugt, daß die Zone dichten Materials eine durch thermische Behandlung der Filtervlieslage erhaltene Schweißraupe ist. Andererseits kann die Zone dichteren Materials genauso gut das Ergebnis einer Verdichtung unter Druckeinwirkung sein. Es ist auch besonders bevorzugt, sowohl eine thermische Behandlung als auch eine Druckbehandlung der Filtervlieslage miteinander zu kombinieren. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform können die Zonen dichten Materials zusätzlich zur thermischen bzw. Druckbehandlung auch noch der Rückstand eines zusätzlichen Materialauftrages sein.

Bei einem aus beispielsweise zwei Lagen Filtervlies gewickelten Filterelement kann die besser drainierende Lage mit der mindestens einen Zone dichten Materials prinzipiellfiltratnäher oder unfiltratnäher als die zusammen mit der Drainagelage aufgewickelte Lage filteraktivierter Vlieses angeordnet sein. Es ist jedoch in einer erfindungsgemäßen Ausführungsform von Vorteil, daß die Lagen Filtervlies so miteinander aufgewickelt sind, daß die die Zone dichteren Materials aufweisende Filtervlieslage unfiltratnäher angeordnet ist, als die schlechter drainierende Filtervlieslage. Dies bedeutet, daß beispielsweise bei Anströmung des spiraling gewickelten Filterelements von außen nach innen auf jeden

Fall eine Materialverdichtungszone unfiltratnäher, d. h. im speziellen Fall weiter außen, angeordnet ist, so daß eine filteraktivere Lage in Filtrationsrichtung näher zum zentralen Hohlkern der Filterkerze angeordnet ist. Dadurch wird es dem Fluid unmöglich, unter Umgehung der innersten filteraktiven Lage in den drainierenden zentralen Strömungskanal der Filterkerze vorzudringen. Da die innerste Lage, d. h. die am weitesten filtratseitig angeordnete filteraktive Lage bevorzugt eine sehr feine Porosität bzw. Porengröße aufweist, wird somit ein höchstes Maß an Filtrationssicherheit gewährleistet.

In noch einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kennzeichnet sich die erfindungsgemäße, rückspülbare Filterkerze dadurch, daß die die Zone dichten Materials aufweisende besser drainierende Filtervlieslage die schlechter drainierende Lage bzw. die schlechter drainierenden Filtervlieslagen zumindest an einem Ende in Wickelrichtung übersteht. Durch die Ausbildung des Überstandes, bevorzugt des Endes der filteraktiven Vlieslagen, das am weitesten filtratseitig aufgewickelt wird, erreicht man, daß zumindest eine oder auch mehrere Drainagevlieswicklungen um den zentralen Hohlkern des Filterelements gewickelt werden, bevor die erste Wicklung aus zwei Lagen Filtervlies gewickelt wird. Insbesondere bei der Rückspülung der Filterkerze von innen wird so die üblicherweise sehr feine und empfindliche innerste filteraktive Lage vor hohen Druckbelastungen sowie vor groben Verunreinigungen durch das Rückspülwasser geschützt und vor einer möglichen Beschädigung bewahrt. Ähnlich kommt auch einem Überstand über das am weitesten unfiltratseitige Ende der Lage bzw. der Lagen filteraktivierter Vliesmaterials und der daraus resultierenden abschließenden Umwicklung mit zumindest einer Lage von besser drainierendem Filtervlies eine bevorzugte Schutzfunktion zu.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die schlechter drainierende Filtervlieslage zumindest zwei in Wickelrichtung aneinanderge setzte und miteinander verbundene Filtervliesabschnitte auf, die sich hinsichtlich ihrer Filtereigenschaften unterscheiden, wobei die besser drainierende Filtervlieslage zumindest zu jeder Verbindung zweier Filtervliesabschnitte korrespondierend eine Materialverdichtungszone bzw. eine Zone dichteren Materials aufweist. Durch ein solches Design bzw. eine solche Anordnung der Materialverdichtungszenen wird vorteilhaft die mindestens einmalige Durchströmung eines jeden Filtervliesabschnittes bewirkt. Das Fluid kann zwar ungünstigstenfalls die eine oder andere Wickellage umgehen, es ist jedoch durch die erfindungsgemäße Anordnung ausgeschlossen, daß alle Wicklungen eines Filtervliesabschnitts vollständig in einer mitgewickelten Drainagelage umgangen werden können.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung einer rückspülbaren Filterkerze mit Tiefenfiltereigenschaften. Dazu werden zumindest zwei hinsichtlich ihrer Drainageeigenschaft unterschiedlich ausgebildete Filtervlieslagen als Filterelement um einen als zentralen Strömungskanal wirkenden Hohlkern spiralförmig aufgewickelt. Das Filterelement wird dann zum Abdichten zwischen zwei Abschlußkappen der Filterkerze leckdicht eingefäßt. Das erfindungsgemäße Verfahren kennzeichnet sich nun dadurch, daß das Filtervliesmaterial der besser drainierenden Lage Filtervlies vor oder während des Aufwickelns zumindest einmal quer zur Wickelrichtung verlaufend verdichtet wird, so daß eine Zone dichteren oder verdichteten Materials

entsteht, die für tangential in der besser drainierenden Lage Filtervlies strömendes Fluid weniger leicht durchströmbar ist, als die in Filtrationsrichtung in der Kerze radial benachbarte Lage Filtervlies.

Erfnungsgemäß werden demnach zunächst zumindest zwei Lagen unterschiedliches Filtervlies übereinander angeordnet. Als Drainagevlies eignen sich insbesondere Wirr- oder Spinnvliese aus beispielsweise Polypropylenfasern oder auch Melt-Blown-Vliese. Aber auch alle anderen gemäß dem Stand der Technik bekannten Materialien sind als Drainagevlies verwendbar. Die Vliese, die für die filteraktiveren Lagen verwendet werden, sind häufig im Melt-Blown-Verfahren oder auch gemäß DE-OS 40 10 526 hergestellte flexible Bahnen aus synthetischen Fasern, beispielsweise auch aus Polypropylenfasern. Es können aber auch natürliche Fasern verwendet werden. Wie bereits weiter oben ausgeführt, kann das Drainagevlies auch Filterwirkung entfalten, ebenso wie das Filtervlies auch in gewissen Grenzen Drainagewirkung aufweist. Entscheidend ist der Unterschied bezüglich der Durchlässigkeit der Materialien, die, wie bereits angedeutet, hauptsächlich von der Porengröße bzw. der Porosität des Materials abhängig ist. Ein weiterer Faktor kann allerdings auch der Adsorptionscharakter des Materials sein, falls Fluide filtriert werden sollen, die aufgrund adsorptiver Eigenschaften mit den Filtermaterialien in Wechselwirkung treten können.

Nachdem nun also die Lagen Filtervlies aus den gewünschten Materialien und in der gewünschten Länge übereinander angeordnet sind, werden sie zusammen um den drainierenden Hohlkern gewickelt. Dabei wird bevorzugt mittels einer Wickelmaschine die besser drainierende Lage Filtervlies, deren Material in zumindest einer Zone verdichtet ist oder wird, als zum Hohlkern am weitesten entfernte Lage einer zumindest zweilagigen Wicklung gewickelt. Die Anbringung der Verdichtungsstellen bzw. der Zonen dichteren Materials im Material der besser drainierenden Filtervlieslage kann entweder vor dem Aufwickeln oder auch direkt beim Wickeln der Kerze geschehen. Findet die Erzeugung der Verdichtungsstellen beim Wickeln der Kerze statt, so ist es in einer Verfahrensmodifikation von Vorteil, die Aufwickelbewegung des Filterelementes zu unterbrechen, während das Material der besser drainierenden Lage verdichtet wird. In diesem Fall kann man z. B. jede gewünschte Form und Ausbildung der Materialverdichtungszone in Abhängigkeit vom verwendeten Werkzeug anbringen. Bevorzugt wird diese Technik für die Herstellung von beispielsweise nahezu senkrecht zur Wickelrichtung im drainierenden Vlies verlaufenden Materialverdichtungszonen. Es ist allerdings auch möglich und kann von Vorteil sein, daß während des gemeinsamen Aufwickelns der Lagen Filtervlies der Aufwickelvorgang nicht unterbrochen wird, um eine Materialverdichtungszone anzubringen. Vielmehr bietet eine Überlagerung der Aufwickelbewegung mit einer senkrecht dazu verlaufenden Bewegung eines Werkzeuges zur Anbringung der Materialverdichtungszone vorteilhaft die Möglichkeit der Materialverdichtungszone spezielles Aussehen und eine vorteilhafte Ausgestaltung zu verleihen.

Prinzipiell läßt sich die Zone dichteren bzw. verdichten Materials beim Wickeln der Kerze unter Anwendung von Druck, Temperatur und/oder zusätzlichem Materialauftrag erreichen. Zur Erzielung einer Verdichtung ist es beispielsweise bevorzugt, das Material der besser drainierenden Vlieslage einer Temperaturbe-

handlung bei erhöhter Temperatur zu unterziehen. Dies geschieht besonders bevorzugt mit einem Schweißschwert, bzw. einem Heizschweißschwert. In einer weiteren Ausführungsform des erfungsgemäßen Verfahrens kann es auch bevorzugt sein, das Material durch Einwirkung von erhöhtem Druck zu verdichten. Dies kann beispielsweise mittels eines Stempels unter Komprimierung des Materials geschehen. Beim vorher erwähnten Heizschweißschwert findet neben der thermischen Behandlung in der Regel auch eine Druckbehandlung des Filtermaterials statt.

Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit besteht darin, das besser drainierende Vlies während des Aufwickelns mit einer Zone dichten Materials in Form einer Raupe 15 aus einem Polyurethan oder einem anderen geeigneten Kleber zu versehen.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des erfungsgemäßen Verfahrens traversiert die Auftragsdüse, die über der Wickelvorrichtung 20 zum Aufwickeln der Filtervlieslagen angeordnet ist, während des Wickelns über die Breite der aufzuwickelnden Lagen Filtervlies mit definierter Geschwindigkeit. Durch die Überlagerung der Wickelbewegung mit der Pendelbewegung wird vorteilhaft die Möglichkeit geschaffen, eine Materialverdichtungszone mit kontinuierlichem Verlauf in Form einer Schwingungskurve im besser drainierenden Filtervlies zu erhalten.

Ausführungsbeispiele der erfungsgemäßen Filterkerze sowie des Verfahrens zu ihrer Herstellung werden im folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1a einen schematischen Querschnitt durch eine gewickelte Filterkerze gemäß einer erfungsgemäßen Ausführungsform;

Fig. 1b einen Längsschnitt durch das abgewickelte Filterelement der gewickelten Filterkerze gemäß Fig. 1a, wobei die Drainagevlieslage teilweise verkürzt dargestellt ist;

Fig. 2a einen schematischen Querschnitt durch eine gewickelte Filterkerze gemäß einer weiteren erfundungsgemäßen Ausführungsform;

Fig. 2b einen Längsschnitt durch das abgewickelte Filterelement der gewickelten Filterkerze gemäß Fig. 2a, wobei die Drainagevlieslage teilweise verkürzt dargestellt ist;

Fig. 3a einen schematischen Querschnitt durch eine gewickelte Filterkerze gemäß noch einer weiteren erfungsgemäßen Ausführungsform;

Fig. 3b einen Längsschnitt durch das abgewickelte Filterelement der gewickelten Filterkerze gemäß Fig. 3a, wobei die Drainagevlieslage teilweise verkürzt dargestellt ist;

Fig. 4 eine schematische Prinzipdarstellung des Aufwickelvorganges gemäß dem erfungsgemäßen Verfahren unter gleichzeitiger Anbringung der Materialverdichtungszone;

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung eines aus zwei Lagen Filtervlies bestehenden Filterelements, in der der Verlauf der Materialverdichtungszone in Form einer Schwingung angedeutet ist; und

Fig. 6 einen schematischen, teilweisen Längsschnitt durch eine erfungsgemäße Filterkerze mit Verdichtungszone in einem an sich bekannten Stützgerüst.

Es wird zunächst auf Fig. 6 Bezug genommen. Eine Filterkerze 30 weist ein das Filterelement 10 gegenüber dem zentrale Strömungskanal 31 abstützendes, zylindrisches Strömungsrohr 32 mit Durchströmungsöffnungen

33 auf. Am äußeren Umfang der Filterkerze 30 ist eine mit Durchströmungsöffnungen 35 versehene Umfangswand 34 vorgesehen. An beiden Stirnseiten wird der zwischen dem Strömungsrohr 32 und der Umfangswand 34 gebildete, das Filterelement 10 aufnehmende Innenraum durch Verschlußkappen 36 abgedeckt. Wie bei 37 gezeigt ist das Filterelement 10 jeweils leckdicht an der Innenseite der Verschlußkappen 36 abgedichtet. Zur Vereinfachung der Darstellung ist in der Fig. 6 lediglich ein stirnseitiges Ende der Filterkerze dargestellt. Das Filterelement 10 weist wie dargestellt, übereinanderliegende Wicklungen bzw. Wickellagen 11 auf, wobei im gezeigten Beispiel eine Wickellage 11 zwei sich hinsichtlich der Drainageeigenschaften unterscheidende Filtervlieslagen 20, 21 aufweist. Die Wickellagen 11 sind spiralförmig um den zentralen Hohlkern 32 aufgewickelt. Zum Schutz des Filterelements 10 und zum besseren Verteilen des Unfiltrats ist das Filterelement 10 an seinem Außenumfang mit einer weiteren Wicklung 12 lediglich aus Drainagevlies 20 umwickelt. Ebenso ist im dargestellten Beispiel zum besseren Sammeln des Filtrates das zylindrische Strömungsrohr 32 mit einer Wicklung 12 aus drainierendem Vlies 20 umwickelt. Die Wicklungen 12 sind jeweils aus einem nur einlagigen Vlies gewickelt. In der in Fig. 6 gewählten Schnittdarstellung sind ferner zwei Materialverdichtungszonen 22 zu erkennen. Die Materialverdichtungszonen 22 verlaufen über die gesamte dargestellte Höhe der Filterkerze, aber in unterschiedlichen Wicklungen 11 jeweils in der besser drainierenden Lage der beiden Lagen 20 und 21. Man kann erkennen, daß eine erste Materialverdichtungszone 22 in der drainierenden Lage 20 verläuft, die zusammen mit der innersten filteraktiveren Lage 21 in der dem Hohlkern 32 benachbarten Wicklung 11 spiralförmig gewickelt wurde. Eine weitere Zone dichten Materials 22 erkennt man in einer weiter vom zentralen Hohlkern beabstandeten Wicklung 11 ebenfalls in einer Lage besser drainierendem Vlies 20.

In den Fig. 1a und 1b ist eine erste Ausführungsform einer erfundungsgemäßen Filterkerze mit guten Tiefenfiltereigenschaften im Querschnitt bzw. in abgewickelter Form des Filterelements 10 im Längsschnitt dargestellt. Das in Fig. 1a spiralförmig aufgewickelte Filterelement 10 weist, wie man besten in Fig. 1b erkennen kann, zwei Filtervlieslagen 20 und 21 auf. Das besser drainierende Vlies 20 übersteht das filteraktivere Vlies 21 an seinen beiden Längsenden, wobei der Übersichtlichkeit wegen der Überstand in Fig. 1b nur angedeutet wird. Das filteraktivere Vlies 21 weist im dargestellten Beispiel der Fig. 1a und 1b drei Abschnitte mit unterschiedlichen Filtereigenschaften auf. Werden nun, wie in Fig. 1b angedeutet, die beiden Lagen 20 und 21 gemeinsam um den mit Öffnungen 33 versehenen Hohlkern 32 gewickelt, so entsteht die im Querschnitt in Fig. 1a dargestellte Folge von sich radial gegenseitig umgebenden Wicklungen mit ganz speziell auf eine bestimmte Filtrationsaufgabe abgestimmten Eigenschaften. Beispielsweise resultiert bei entsprechender Abstufung der Porengrößen aus einem Aufbau, wie er in der Fig. 1a bzw. 1b gezeigt wird, eine Tiefenfilterkerze mit hervorragenden Rückspüleigenschaften. Beispielhaft können die einzelnen Filtervliese, bzw. Filtervliesabschnitte folgende Eigenschaften aufweisen: Das Drainagevlies 20 hat beispielsweise eine mittlere Porengröße von ca. 30 µm. Der Abschnitt 21c der Filtervlieslage 21 eine Porengröße von ca. 10 µm, der Abschnitt 21b der Vlieslage 21 ca. 1 µm und der Abschnitt 21a kann beispielsweise eine mittlere Porengröße von ca. 0,5 µm aufweisen. In die-

sem Zusammenhang wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die aufgeführten Porengrößenangaben lediglich beispielhaften Charakter haben und die Erfindung nicht auf die speziell gezeigten Ausführungsbeispiele beschränken.

In der dargestellten Ausführungsform ist der bevorzugte Filtrationsverlauf aufgrund der Abstimmung der Porengrößen der Filtervliese radial von außen nach innen zum drainierenden Hohlkern 32. Die beiden äußersten Wicklungen aus einer jeweils relativ groben Lage Drainagevlies dienen zur Vorfiltration. Durch die Grobfiltration wird die nächsthinere, in Filtrationsrichtung liegende feinere Lage 21c vor Kompressionsdrücken geschützt. Auf die Klärfiltrationslage 21c folgt als nächste filtrationsaktive Lage eine Feinfiltrationslage 21b, worauf nach einer weiteren Drainagelage eine sehr feine Filtrationslage 21a zum Beispiel zur absoluten Rückhaltung von Keimen bei der Entkeimungsfiltration folgt.

Die beiden innersten Wicklungen bestehen wiederum aus Drainagevlies und dienen zum Schutz der dichtesten Filterlage 21a bei Rückspülung der Tiefenfilterkerze. In der Fig. 1a bzw. 1b sind in der Drainagevlieslage 20 zwei Materialverdichtungszonen 22 angeordnet. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Größenverhältnisse insbesondere bezüglich der Längen der Ausbildungen der Abschnitte 21a bis 21c sowie der Anordnung der Materialverdichtungszone 22 an entsprechenden Stellen im Drainagevlies 20 nur annäherungsweise den Aufbau des Filterelements im gewickelten Zustand wie es in der Abbildung 1a gezeigt wird, wiedergeben. Die exakte Dimensionierung läßt sich vom Fachmann jedoch leicht vornehmen.

Kommt es nun bei der in Fig. 1 dargestellten Tiefenfilterkerze zur Verblockung, beispielsweise der äußeren der beiden Wicklungen mit Vlieslagen zur Entkeimungsfiltration 21a, so wird der Fluidstrom aus seiner bevorzugten radialem Richtung in eine tangentielle Strömungsrichtung, und zwar in der unfiltratseitig benachbarten Drainageschicht umgelenkt. Entlang der Drainageschicht 20 dringt nun das Fluid unter Umgehung der verblockten Wicklung der Vlieslage 21a tangential näher zum Hohlkern hin. Schließlich erreicht das Fluid in der drainierenden Lage eine zum zentralen Hohlkern näher angeordnete Wicklung 11 mit einer Entkeimungsfiltrationslage, die noch nicht verblockt ist. Der vorwiegend tangentiale Fluidstrom wird nun wieder in die transversale umgelenkt. Ein vollständiges Umgehen der Entkeimungsfiltrationswicklungen 21a jedoch ist aufgrund der Zone verdichteten Materials 22 nicht möglich. Die kernnähere Zone 22 der beiden dargestellten Verdichtungszonen verhindert ein Durchlaufen des Fluids zum Hohlkern lediglich in der Drainageschicht.

Eine weitere Ausführungsform der erfundungsgemäßen Tiefenfilterkerze ist in den Fig. 2a und 2b dargestellt. Die gezeigte Variante unterscheidet sich von der in der Fig. 1a und 1b gezeigten zum einen dadurch, daß eine größere Anzahl von Materialverdichtungszonen 22 im Drainagevlies 20 angeordnet ist und zum anderen dadurch, daß in der gezeigten Variante nicht nur die Porengröße von Abschnitt 21a zu Abschnitt 21c variiert, sondern auch die Ladung des Materials das zur Ausbildung der Filtervliesabschnitte 21a bis 21c verwendet wurde. In Analogie, z. B. zu den Fig. 1a und 1b übersteht auch beim Beispiel der Fig. 2a und 2b das Drainagevlies 20 das filterwirksame Vlies 21 um einen gewissen Betrag, so daß innen und außen zum Schutz des zweilagigen Vlieses eine doppelte Wicklung 12 aus einlagigem Drainagevlies 20 erhalten wird. Insbesondere kann in

der gezeigten Ausführungsform der Abschnitt 21a des Filtervlieses 21 bezüglich der Porengröße filtrationsaktiv sein, der Abschnitt 21b bezüglich der Ladung und der Abschnitt 21c als äußerer gewickelter Abschnitt sowohl bezüglich der Porengröße als auch der Ladung trennen. Damit sichergestellt wird, daß keiner der Abschnitte 21a bis 21c bei Verblockung einer filteraktiven Lage einer Wicklung vollständig umgangen werden kann, weist das Drainagevlies 20 zum Anfang des Abschnittes 21a, sowie jeweils an den Übergängen zwischen den Abschnitten 21a und 21b bzw. 21b und 21c und etwa korrespondierend zur Hälfte der Länge des Abschnitts 21c insgesamt vier Materialverdichtungszenen 22 auf. In der dargestellten Anordnung wird eine hervorragende fraktionsierende Filtrationsmöglichkeit geschaffen, wobei sichergestellt wird, daß jeder Abschnitt mit unterschiedlicher Filtereigenschaft zumindest einmalig vom zu filternden Fluid passiert werden muß, bevor der drainierende Hohlkern 32 erreicht wird.

Noch eine weitere Ausführungsform einer erfundungsgemäßen Tiefenfilterkerze wird in den Abbildungen 3a und 3b gezeigt. Im Gegensatz zu den beiden Ausführungsformen 1 und 2 weist das drainierende Vlies 20 bei der Ausführungsform 3a bzw. 3b eine definierte Ladung auf, welche geeignet ist, aus einem Unfiltrat störende Stoffe auszuflocken bzw. zu adsorbieren. Der Überstand des so eingesetzten Drainagevlieses 20 ist so lang gewählt, daß außen eine oder mehrere Wicklungen zur Vorfiltration bzw. als Reaktionszone für das Unfiltrat angeordnet sind. Das Filtrationsvlies 21 besteht aus 1 bis 2 Abschnitten, welche jeweils am Ende der Abschnitte mit Verdichtungszenen versehen sind, um sicherzustellen, daß der Unfiltratstrom zumindest durch jeweils 1 Wicklung dieser Abschnitte passieren muß. Somit hat das Drainagevlies 20 in dieser Ausführungsform zwei Funktionen, während das Filtrationsvlies 21 die Funktion hat, evtl. sich bildende Flocken bzw. sonstige feine Verunreinigungen in der zu "behandelnden" Flüssigkeit mechanisch zurückzuhalten.

Die Fig. 4 erläutert das Anbringen der Materialverdichtungszenen 22 nach einem Verfahren gemäß der Erfindung. Auf einen Arbeitstisch 40 wird beispielsweise von einer Walze 41 ein besser drainierendes Vlies 20 abgewickelt. Der Anfang des Drainagevlieses 20 wird mittels einer nicht näher dargestellten Wickelvorrichtung um einen zentralen Hohlkern 32, der mit Öffnungen 33 versehen ist, gewickelt und mittels einer lediglich schematisch angedeuteten Düse bzw. Schweißschwert 42 oder ähnlichem am zentralen Hohlkern angeschweißt bzw. verklebt. Nun wird auf das auf dem Arbeitstisch angeordnete Drainagevlies 20 beispielsweise ein erstes filtrationsaktiveres Vlies 21 angeordnet, das beispielsweise ca. 2 mm stark ist und Tiefenfiltereigenschaften aufweist. Das Drainagevlies 20 ist beispielsweise 200 bis 800 µm stark. Auf dem Tiefenfiltervlies 21 wird z. B. noch ein weiteres Absorptionsvlies 24 angeordnet, das nur etwa halb so stark wie das Tiefenfiltervlies ist und das aufgrund von Ladungsunterschieden Partikel aus dem Fluid abtrennt. Die so vorbereiteten Lagen Filtervlies werden nunmehr gemeinsam spiralförmig um den Kern 32 aufgewickelt. An der gewünschten Stelle wird dann unter Temperatur- und/oder Druckeinwirkung, gegebenenfalls unter Zufuhr von zusätzlichem Kunststoffmaterial, mittels der Düse 42 ein zeitlich begrenzter Kontakt zur Lage 20 hergestellt, beispielsweise durch Absenken der Düse 42, wobei darauf geachtet wird, daß lediglich das Material der Vlieslage 20 verdichtet bzw. dichter wird. Zur Absenkung der Düse oder des Schweiß-

schwertes 42 in die Kontaktposition kann das Aufwickeln des mehrlagigen Filterelements 10 jeweils unterbrochen werden, s kann aber auch während mit konstanter oder variabler Geschwindigkeit gewickelt wird, die Düse bzw. das Schweißschwert 42, in geeigneter Weise in Pendelbewegung versetzt werden, so daß ein kontinuierlicher Materialauftrag bzw. ein kontinuierlicher Kontakt mit dem aufgewickelten Material besteht. Hierbei wird durch die Überlagerung der Aufwickel- und der Pendelbewegung eine in Art einer Schwingungskurve verlaufende, kontinuierliche Materialverdichtungszone 22 im besser drainierenden Filtervlies 20 erzeugt.

In Fig. 5 wird in perspektivisch vereinfachter Darstellung das Ergebnis einer solchen Pendelbewegung während des Aufwickelns der Lagen Filtervlies verdeutlicht. Man erkennt, daß die Materialverdichtungszone 22 in Form einer Schwingungskurve von Längskante zu Längskante der Lage Drainagevlies 20 verläuft. Die Abschnitte 25a—25f zeigen den Umfang der jeweiligen Wicklungen an und machen deutlich, daß die Verdichtungszenen in dieser Ausführungsform so angeordnet sind, daß sie jeweils über eine komplette Wicklung "schwingen" und somit jeweils die Hälfte einer Wicklung des Filtervlieses durch das Drainagevliese 20 umgehbar ist.

Weitere Ausführungsformen der erfundungsgemäßen Filterkerze sowie des Verfahrens zur Herstellung einer solchen Kerze werden aus den nachfolgenden Patentansprüchen ersichtlich.

Bezugszeichenliste

- 10 Filterelement
- 11 Wicklung aus zwei Lagen
- 12 Wicklung aus einer Lage
- 20 Drainagevlieslage
- 21 Filtervlieslage
- 21a—c Filtervlieslagenabschnitte mit unterschiedlichen Filtereigenschaften
- 22 Materialverdichtungszone
- 23 Schweiß- oder Klebestelle
- 24 Filtervlieslage (Adsorption)
- 25a—f Filtervliesabschnitte pro Wicklung
- 30 Filterkerze
- 31 zentraler Strömungskanal
- 32 Fernrohr oder zentraler Hohlkern
- 33 Durchströmungsöffnungen in 32
- 34 Umfangswand
- 35 Durchströmungsöffnungen in 34
- 36 Verschlußkappe
- 37 Abdichtung
- 40 Arbeitstisch
- 41 Abwickeltrommel
- 42 Düse/Schweißschwert

Patentansprüche

1. Rückspülbare Filterkerze mit Tiefenfiltereigenschaften, aufweisend einen zentralen Hohlkern, eine äußere mit Durchlaßöffnungen versehene Umfangswand, stirnseitige Abschlußkappen und ein Filterelement aus Filtervliesmaterial, das in gewickelter Zustand leckdicht zwischen den Abschlußkappen eingefäßt ist und das mindestens zwei hinsichtlich ihrer Drainageeigenschaft unterschiedlich ausgebildete Filtervlieslagen aufweist, die gemeinsam spiralförmig um den Hohlkern aufgewickelt

sind, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine der besser drainierenden Filtervlieslagen (20) zumindest eine quer zur Wickelrichtung verlaufende Zone dichteren Materials (22) aufweist, die für tangential in der besser drainierenden Filtervlieslage (20) strömendes Fluid weniger leicht durchströmbar ist, als die in Filtrationsrichtung radial benachbarte Filtervlieslage (21).

2. Rückspülbare Filterkerze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zone dichteren Materials (22) in tangentialer Strömungsrichtung vom Fluid im wesentlichen nicht durchströmbar ist. 10

3. Rückspülbare Filterkerze nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zone dichteren Materials (22) über die gesamte Dicke 15 der besser drainierenden Filtervlieslage (20) ausgebildet ist.

4. Rückspülbare Filterkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zone dichteren Materials (22) über die gesamte filterwirksame Breite der besser drainierenden Filtervlieslage (20) ausgebildet ist. 20

5. Rückspülbare Filterkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zone dichteren Materials (22) im wesentlichen senkrecht zur Wickelrichtung des Filterelements (10) verläuft. 25

6. Rückspülbare Filterkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der besser drainierenden Filtervlieslage (20) mindestens zwei Zonen dichteren Materials (22) vorhanden sind, die im aufgewickelten Filterelement (10) radial versetzt sind. 30

7. Rückspülbare Filterkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zone dichteren Materials (22) in Wickelrichtung entlang der Filtervlieslage (20) über deren Breite in Form einer Schwingungskurve verläuft. 35

8. Rückspülbare Filterkerze nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wendepunkte der Schwingungskurve jeweils an den Längskanten der Filtervlieslage (20) angeordnet sind. 40

9. Rückspülbare Filterkerze nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwingung eine Periode aufweist, deren Länge zwischen ein und drei Wicklungen, bevorzugt zwei Wicklungen, der Lage Filtervlies (20) um den zentralen Hohlkern (32) entspricht. 45

10. Rückspülbare Filterkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zone dichteren Materials (22) eine durch thermische Behandlung der Filtervlieslage (20) erhaltenen Schweißraupe und/oder das Verdichtungsresultat einer Druckeinwirkung und ggfls. der Rückstand eines zusätzlichen Materialauftrags ist. 50

11. Rückspülbare Filterkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtervlieslagen (20, 21) so miteinander aufgewickelt sind, daß die die Zone dichteren Materials (22) aufweisende Filtervlieslage (20) unfiltratnäher angeordnet ist, als die schlechter drainierende(n) Lage(n) Filtervlies (21). 55

12. Rückspülbare Filterkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die die Zone dichteren Materials (22) aufweisende Filtervlieslage (20) die schlechter drainierende(n) Lage(n) (21) zumindest an einem Ende in Wickelrichtung übersteht. 60

13. Rückspülbare Filterkerze nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Zone dichteren Materials (22) nicht im Überstand der Filtervlieslage (20) angeordnet ist.

14. Rückspülbare Filterkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder 10 bis 13 rückbezogen auf einen der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die schlechter drainierende Filtervlieslage (21) zumindest zwei in Wickelrichtung aneinander gesetzte und miteinander verbundene Filtervliesabschnitte (21a, 21b, 21c) aufweist, die sich hinsichtlich ihrer Filtereigenschaften unterscheiden, wobei die besser drainierende Filtervlieslage (20) zumindest zu jeder Verbindung zweier Filtervliesabschnitte (21a, 21b, 21c) korrespondierend eine Materialverdichtungszone (22) aufweist. 15

15. Verfahren zur Herstellung einer rückspülbaren Filterkerze mit Tiefenfiltereigenschaften, bei dem ein Filterelement aus Filtervliesmaterial um einen als zentralen Strömungskanal wirkenden Hohlkern der Filterkerze spiralförmig aufgewickelt und zwischen zwei Abschlußkappen der Filterkerze leckdicht eingefaßt wird, wobei das Filterelement mindestens zwei hinsichtlich ihrer Drainageeigenschaft unterschiedlich ausgebildete Lagen Filtervlies aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtervliesmaterial der besser drainierenden Filtervlieslage vor oder während des Aufwickelns zumindest einmal quer zur Wickelrichtung verlaufend verdichtet wird, so daß eine Zone dichteren Materials entsteht, die für tangential in der besser drainierenden Lage Filtervlies strömendes Fluid weniger leicht durchströmbar ist, als die in Filtrationsrichtung radial benachbarte Filtervlieslage. 20

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die besser drainierende Filtervlieslage, deren Material in zumindest einer Zone verdichtet wird, als vom Hohlkern am weitesten entfernte Lage einer mehrlagigen Wicklung gewickelt wird. 25

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Aufwickeln des Filterelements verdichtet wird. 30

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß während des gemeinsamen Aufwickelns der Filtervlieslagen verdichtet wird. 35

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufwickeln zum Verdichten unterbrochen wird. 40

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß durch Einwirkung von erhöhter Temperatur verdichtet wird. 45

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß durch Einwirkung von erhöhtem Druck verdichtet wird. 50

22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21 in Verbindung mit 20, dadurch gekennzeichnet, daß mit einem Heizschweißschwert verdichtet wird. 55

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Auftragsdüse oder die Heizschweißvorrichtung während des Aufwickelns über die Breite der besser drainierenden Filtervlieslage mit definierter Geschwindigkeit traversiert. 60

Fig. 1a *

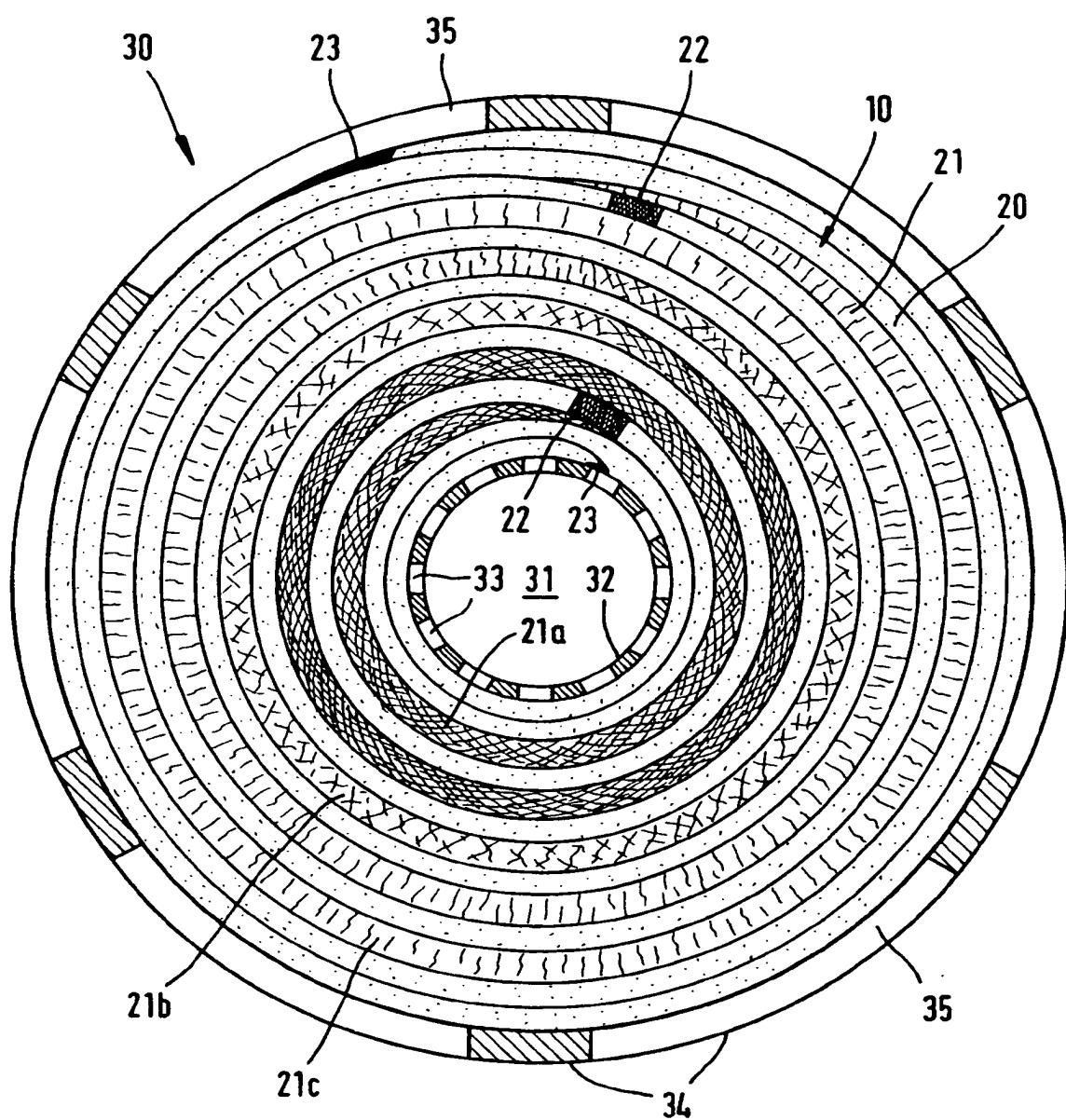
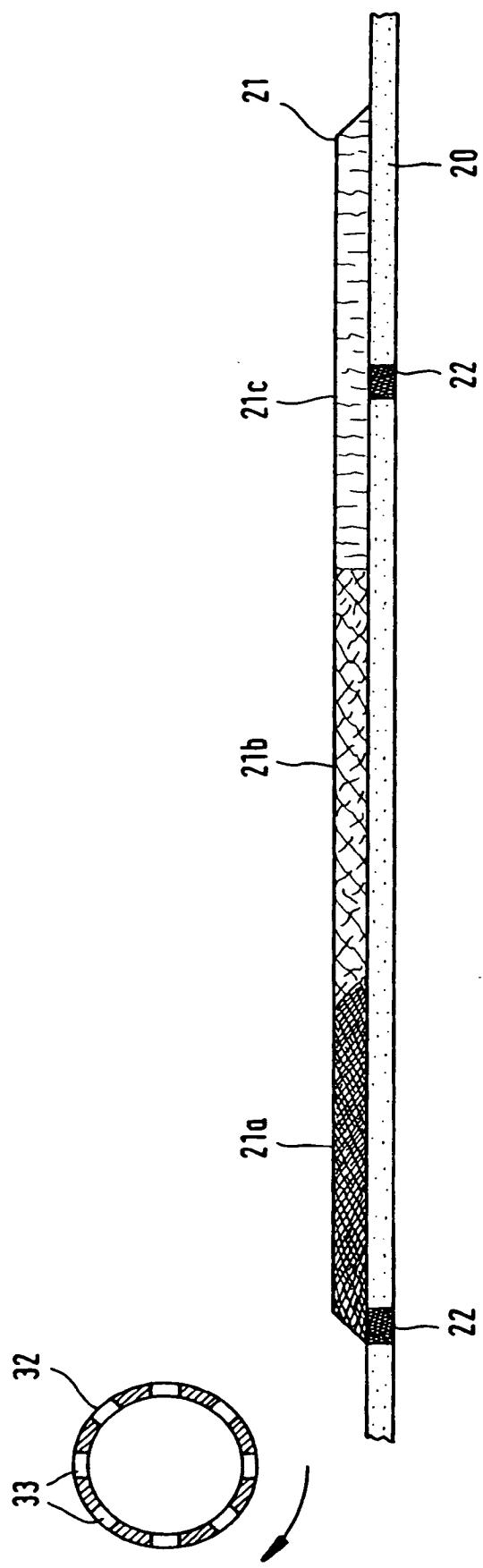


Fig. 1b



308 047/353

Fig. 2a

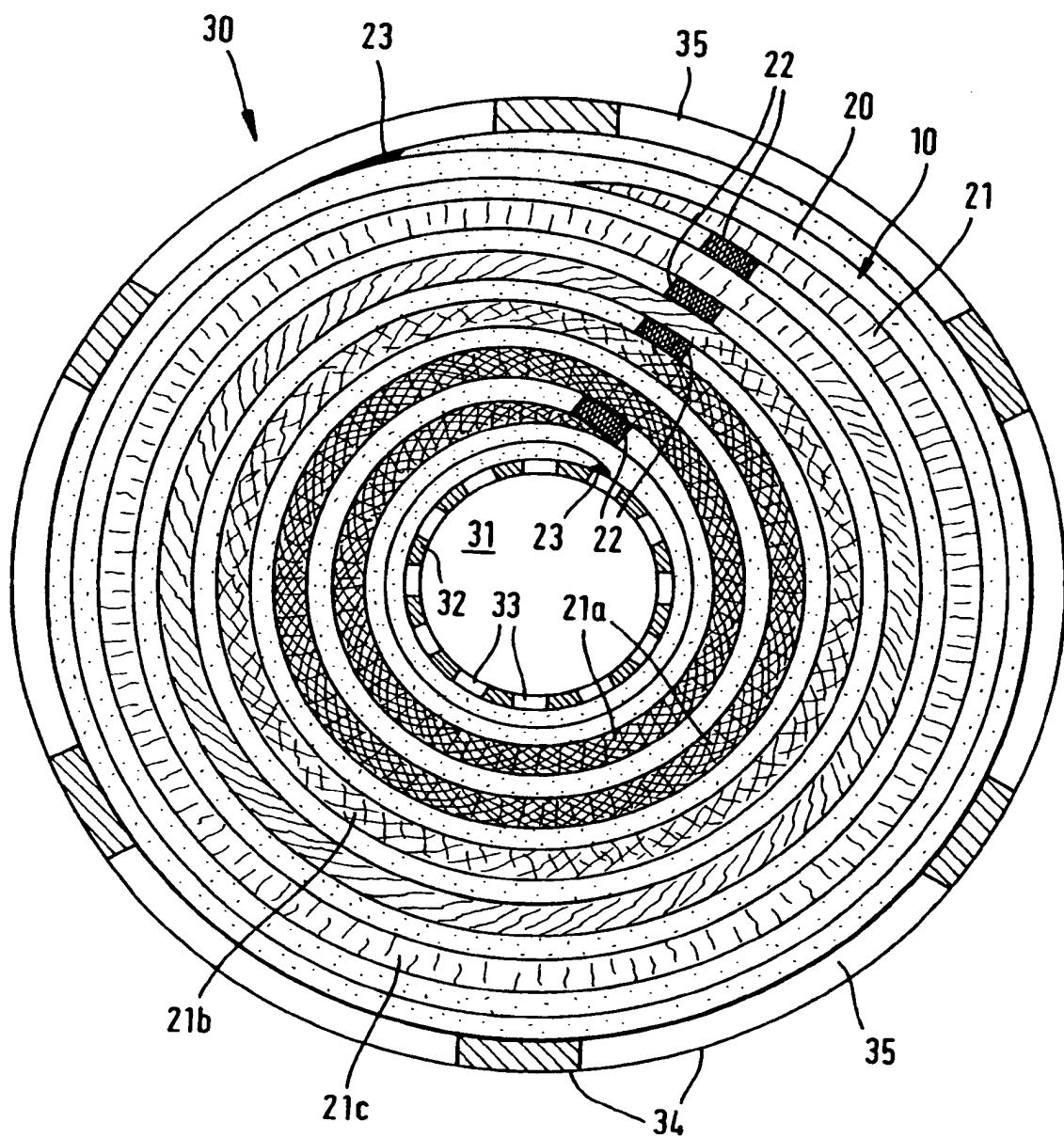


Fig. 2b

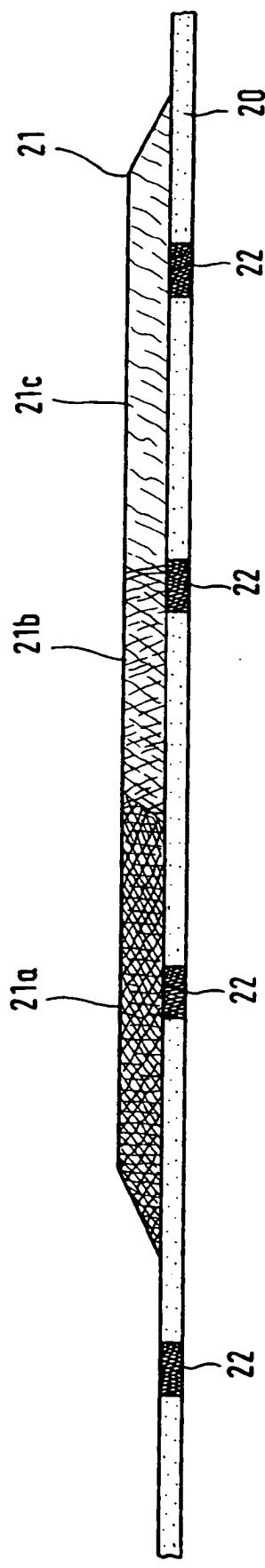
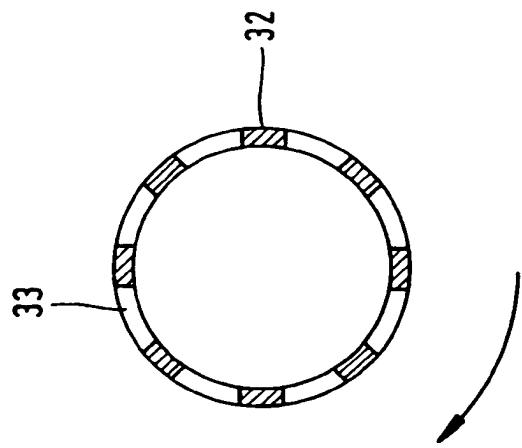


Fig. 3a

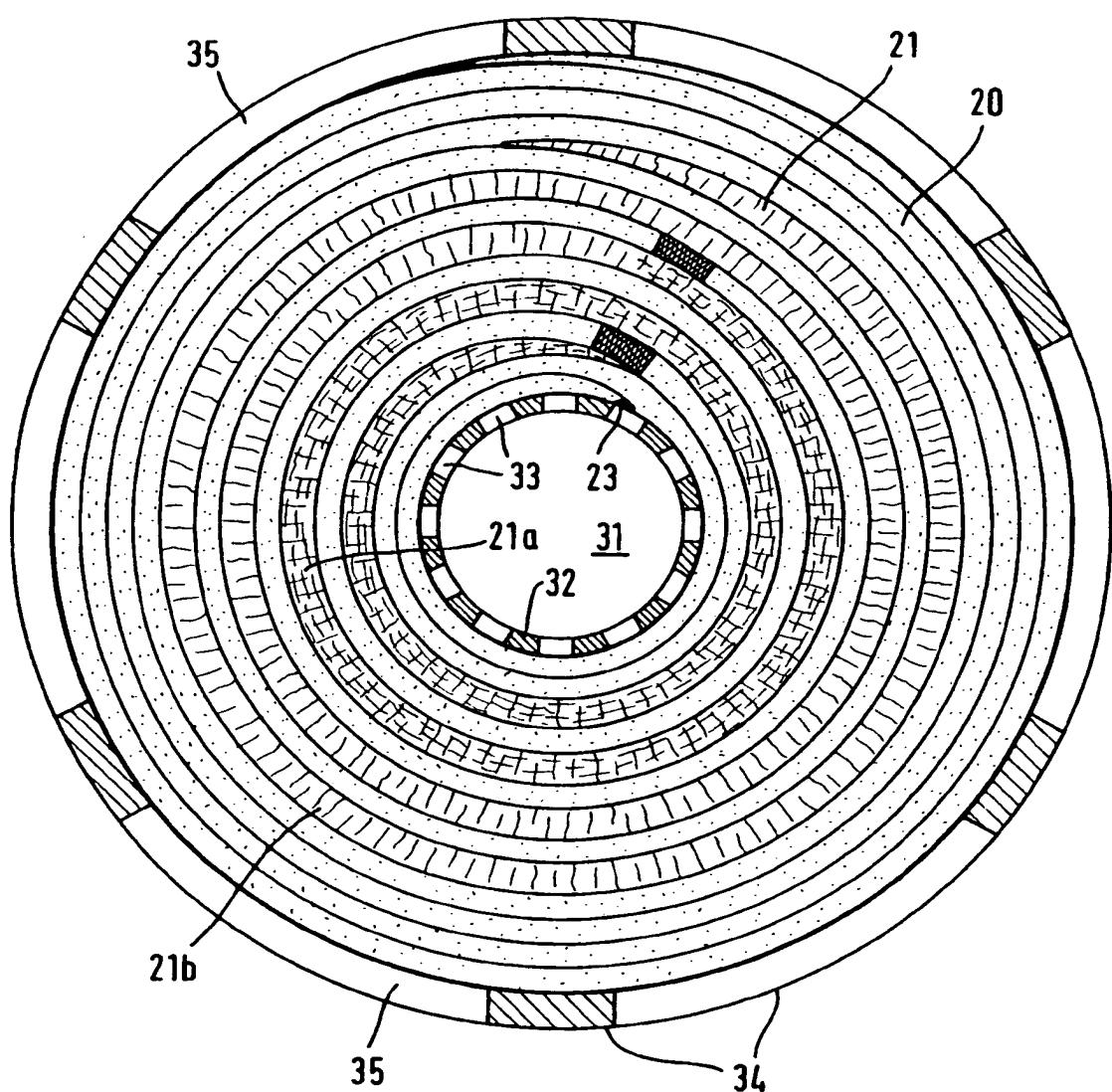
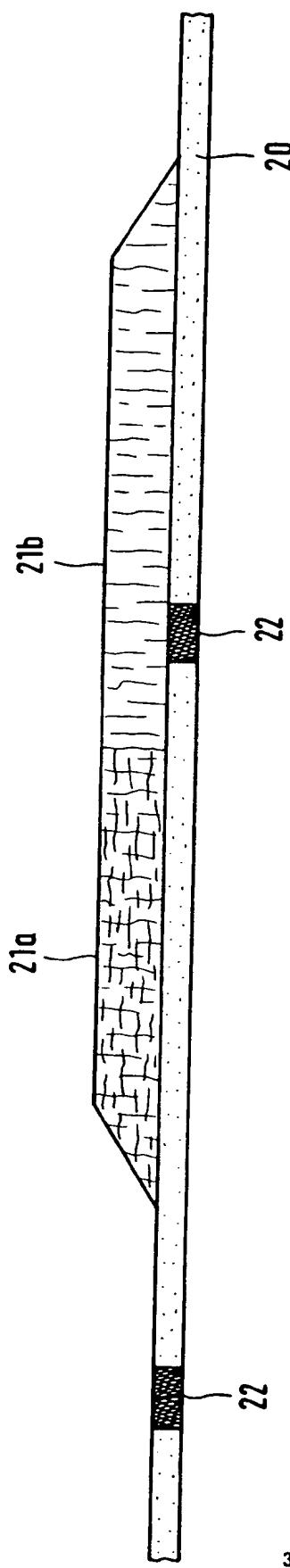
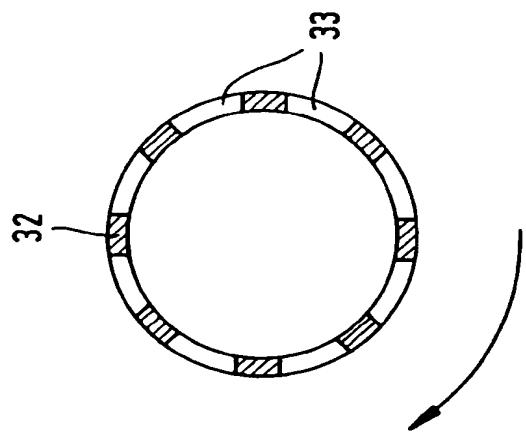


Fig. 3b



308 047/353

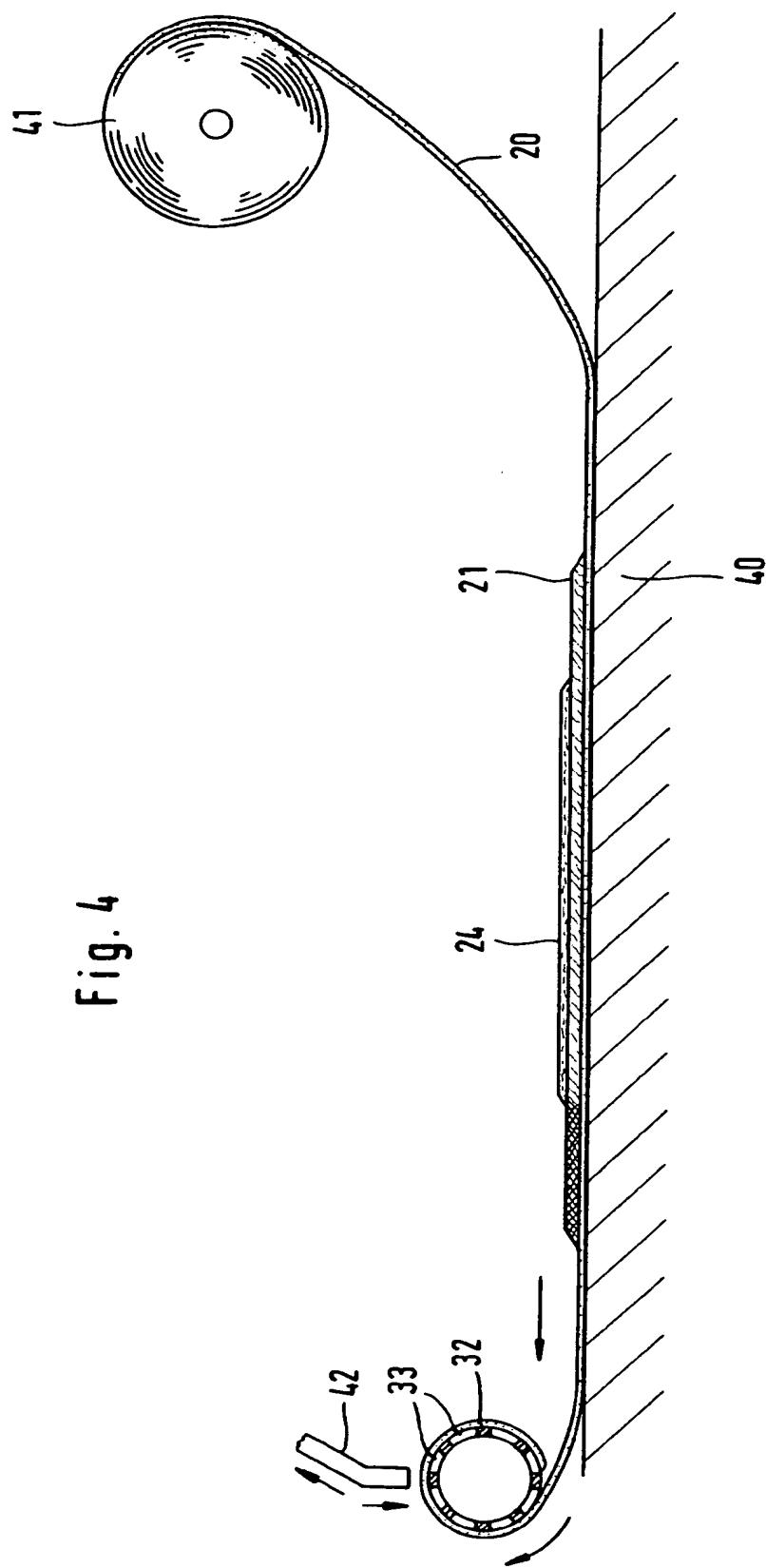


Fig. 4

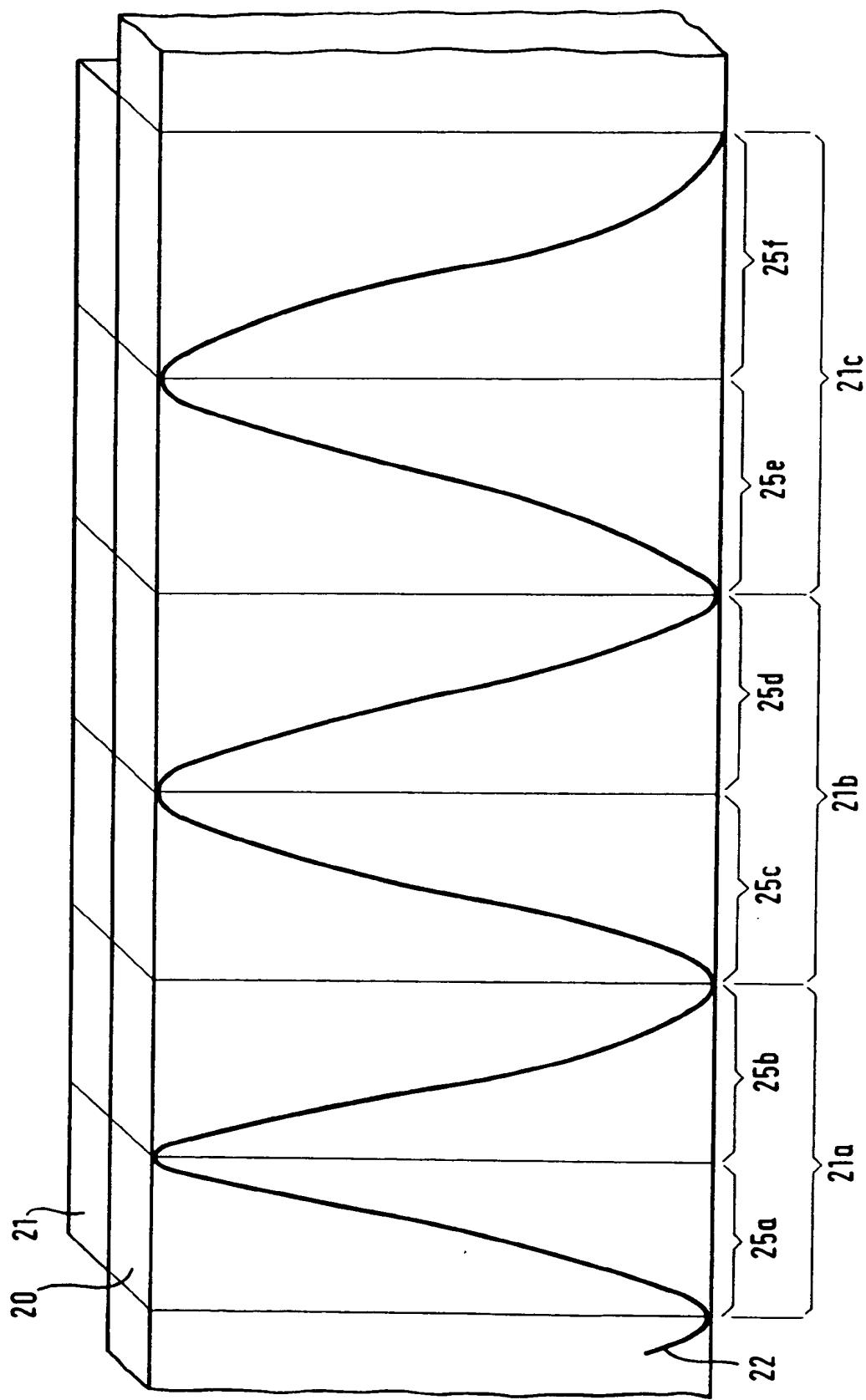


Fig. 5

Fig. 6

